Михаил Бараночников
г. Москва
E-mail: **baranochnikov@mail.ru**

В радиолюбительской практике довольно часто возникает необходимость намагничивания небольших магнитов. Ниже предлагается простое устройство, предназначенное для намагничивания постоянных магнитов в домашних условиях.

Устройство для намагничивания постоянных магнитов

Схема

Принципиальная электрическая схема устройства для намагничивания постоянных магнитов приведена на **рис. 1**.

В схеме используются следующие компоненты: VD1, VD2 – полупроводниковые диоды типа 2Д215А; HL1 – импортная неоновая лампа с держателем типа N-702R; HL2 – светодиод типа АЛ307; PA1 – индикатор типа М476/1, с током полного отклонения 100 мкА; VS1 – импортный тиристор типа КУ704; С1...С9 – батарея конденсаторов 160 мкФ * 300 В (такие конденсаторы используются в импортных фотоаппаратах типа "мыльница"); X1, X2 – клемма приборная типа КП-1; SB1 – кнопка типа КМ 1-1; SA1 – клавишный выключатель типа ВК33.

Принципиальная схема, приведенная на **рис. 1**, не требует особых пояснений. Она представляет собой импульсный источник питания, на выходе которого, через тиристор VS1, включен индуктор L1. Заготовка магнита размещается либо внутри индуктора (**рис. 2б, в**), либо снаружи, если она имеет конфигурацию полого цилиндра или кольца (**рис. 2а**).

Схема работает следующим образом. После замыкания выключателя SA1 выпрямленное напряжение сети через цепочку VD2, R7, R8, VD1 подается на батарею электролитических конденсаторов С1...С9. Напряжение заряда батареи конденсаторов фиксируется неоновой лампой HL1 и стрелочным индикатором PA1.

После заряда батареи конденсаторов до максимального напряжения (250 В) зажигается лампа HL1 ("Готов"), а стрелка индикатора PA1 устанавливается в "красном" секторе.

Время заряда конденсаторной батареи до напряжения 200 В (максимум "зеленого" сектора индикатора PA1) составляет порядка 1 минуты, а до 250 В – не более 2 минут.

При нажатии на кнопку SB1 возникает импульс тока, который проходит через индуктор L1, создает магнитное поле и намагничивает заготовку.

В качестве индуктора L1 используются несколько типов катушек. Внешний вид трех типов индукторов приведен на **рис. 2**. Параметры индукторов, использованных автором, приведены в **таблице 1**.

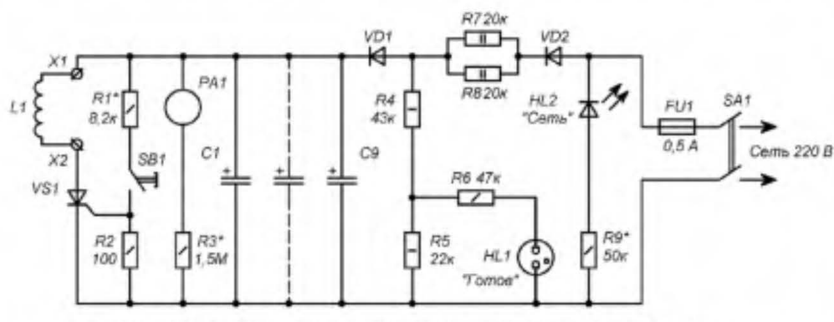


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема устройства для намагничивания постоянных магнитов



Рис. 2. Внешний вид индукторов

Таблица 1. Параметры некоторых типов индукторов, использованных автором

Тип на рис. 2	Внешний диаметр, мм	Высота, мм	Внутренний размер или диаметр, мм	Диаметр провода, мм. Количество витков	Назначение
а	14 x 15,5	50	14 x 7 Сердечник Э30	ПЭВ-2, D-0,5; 150 витков	Намагничивание тороидальных магнитов с внутренним диаметром от 16 до 20 мм. Индукция: В до 50 мТл.
б	30	19	15,5	ПЭВ-2, D-0,5; 200 витков	Намагничивание магнитов с внешним диаметром до 15 мм, высотой до 25 мм. Индукция: В до 100 мТл.
в	26	22	10	ПЭВ-2, D-1,5; 50 витков	Намагничивание магнитов с внешним диаметром до 10 мм, высотой до 25 мм. Индукция: В до 100 мТл.
Примечание: обмотки катушек всех индукторов пропитываются эпоксидным лаком.					

Конструкция устройства

Все детали и элементы устройства размещены в пластмассовом корпусе, в качестве которого использована коробка, предназначенная для хранения фотослайдов.

На лицевой стороне корпуса размещены: клеммы для подключения индуктора, выключатель питания, кнопка "пуск", индикаторы включения сети и заряда "готов". На боковых сторонах корпуса размещены: стрелочный индикатор заряда и колодка для предохранителя. Максимальные габаритные размеры устройства: 60x80x200 мм. Внешний вид устройства приведен на **рис. 3**.



Рис. 3. Внешний вид устройства с установленным индуктором

Для соблюдения "Правил техники безопасности", устройство снабжено пластмассовым колпаком, который устанавливают над индуктором после размещения в нем заготовки магнита. Габаритные размеры защитного колпака: диаметр 64 мм, высота 50 мм. На верхней стенке колпака установлена прокладка из пористой резины, которая предотвращает повреждение магнита при проведении процесса намагничивания, т.к. при воздействии магнитного импульса заготовка "выпрыгивает" из индуктора. Внешний вид защитного колпака приведен на **рис. 4**, а внешний вид устройства с установленным защитным колпаком приведен на **рис. 5**.



Рис. 4. Внешний вид защитного колпака



Рис. 5. Внешний вид устройства с установленным защитным колпаком

Качество намагничивания проверяют специальным пробником, схема которого приведена на **рис. 6**, а внешний вид – на **рис. 7**.

Пробник представляет собой простейший измеритель индукции магнитного поля. В качестве преобразователя магнитного поля используется датчик Холла типа ДПМ-1. Датчик питается стабильным напряжением 5 В. В качестве стабилизатора напряжения используется микросхема типа 78L95 (DA1). Выходной сигнал датчика регистрируется цифровым милливольтметром (электронным мультиметром любого типа с диапазоном измерений 0...100 мВ). Пробник предварительно калибруется по эталонному магниту, с целью определения его магнитной чувствительности (S). Порядок калибровки можно найти в литературе [1].



Рис. 7. Внешний вид пробника

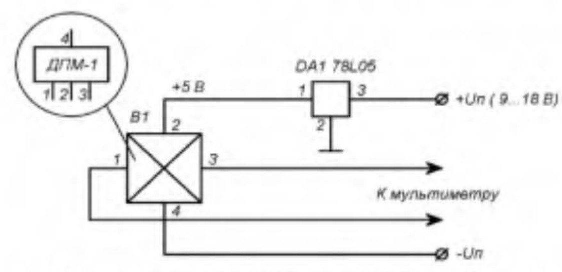


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема пробника

Магнитная чувствительность пробника с датчиком Холла типа ДПМ-1 составляет порядка 0,5...0,52 мВ/мТл.

Элементы пробника размещены на печатной плате толщиной 1 мм, с габаритными размерами 13x60 мм.

Для оценки уровня намагничивания активную зону пробника накладывают на один из полюсов постоянного магнита и измеряют выходное напряжение Uc. Индукцию магнитного поля постоянного магнита (B) вычисляют по следующей формуле:

$$B = (U_c - U_o) / S,\ мТл$$

где U_o – напряжение на выходе пробника при отсутствии магнитного поля, мВ;

U_c – напряжение на выходе пробника при наложении его на полюс постоянного магнита, мВ;

S – магнитная чувствительность пробника, мВ/мТл.

В качестве преобразователя магнитного поля могут использоваться и другие типы датчиков Холла, например, ДХК-05, серий ПХЭ 602 - ПХЭ 607, серий ПХИ-311 - ПХИ-313 и др. [2].

Для изготовления устройства намагничивания (см. **рис. 1**) могут использоваться и иные типы аналогичных электрорадиоэлементов. При этом потребуется подгонка элементов, отмеченных на **рис. 1** звездочкой (*).

РЛ

Литература

1. Микромагнитоэлектроника. Том 1. - ДМК Пресс, г. Москва, 2001 г., с. 544.

2. Микромагнитоэлектроника. Том 2. CD. - ДМК Пресс, г. Москва, 2002 г.